



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 12 313 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
E 04 B 1/19
F 16 S 3/08

②1 Aktenzeichen: 101 12 313.2
②2 Anmeldetag: 14. 3. 2001
④3 Offenlegungstag: 20. 9. 2001

DE 101 12 313 A 1

⑥5 Innere Priorität:
100 13 245. 6 17. 03. 2000

⑦1 Anmelder:
Bauer, Simon, 10435 Berlin, DE

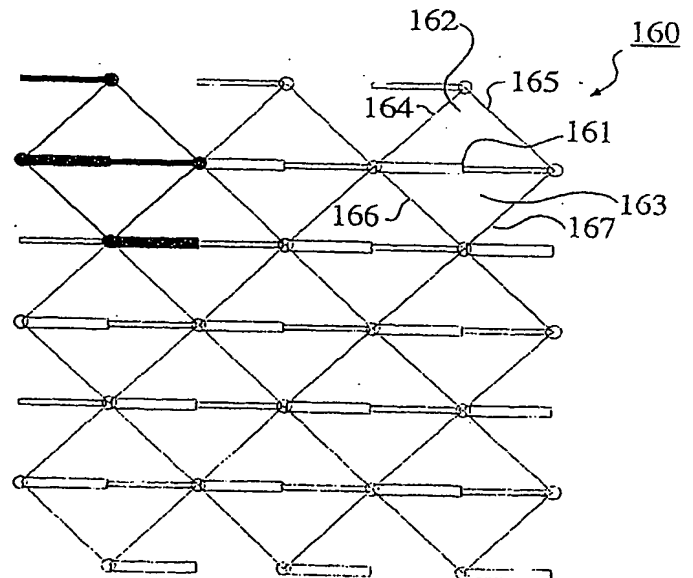
⑦4 Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

⑦2 Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 **Netzartiges Raumtragwerk**

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf ein netzartiges Raumtragwerk mit einer Anordnung von Basiselementen, von denen zumindest ein Teil als dreieckförmige Basiselemente (163) ausgeführt sind, wobei die dreieckförmigen Basiselemente (163) jeweils aus drei stabförmigen Grundelementen (161, 164, 165 bzw. 161, 166, 167) gebildet sind und bei wenigstens einem Teil der dreieckförmigen Basiselemente (163) Enden der drei stabförmigen Grundelemente (161, 164, 165 bzw. 161, 166, 167) jeweils in einem Knotenkörper so gelagert sind, daß Winkel zwischen den Längsachsen benachbarter, stabförmiger Grundelemente veränderbar sind, und wobei ein erstes und ein zweites (164, 165) der drei stabförmigen Grundelemente (161, 164, 165) eines Basiselements des wenigstens einen Teils der dreieckförmigen Basiselemente (163) eine feste Länge aufweisen und die Länge eines dritten (161) der drei stabförmigen Grundelemente (161, 164, 165) des Basiselements veränderbar ist. Das dritte Grundelement (161) des Basiselements bildet ein drittes (161) der drei stabförmigen Grundelemente (161, 166, 167) mit veränderbarer Länge eines zu dem Basiselement benachbarten Basiselements, wobei ein erstes und ein zweites der drei stabförmigen Grundelemente des benachbarten Basiselements eine feste Länge aufweisen.



DE 101 12 313 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein netzartiges Raumtragwerk mit einer Anordnung von Basiselementen, von denen zumindest ein Teil als dreieckförmige Basiselemente ausgeführt sind, wobei die dreieckförmigen Basiselemente jeweils aus drei stabförmigen Grundelementen gebildet sind und bei wenigstens einem Teil der dreieckförmigen Basiselementen der drei stabförmigen Grundelemente jeweils in einem Knotenkörper so gelagert sind, daß Winkel zwischen den Längsachsen benachbarter, stabförmiger Grundelemente veränderbar sind, und wobei ein erstes und ein zweites der drei stabförmigen Grundelemente eines Basiselements des wenigstens einen Teils der dreieckförmigen Basiselemente eine feste Länge aufweisen und die Länge eines dritten der stabförmigen Grundelemente des Basiselements veränderbar ist.

Raumtragwerke die ihre Stabilität aus der dreidimensionalen Verformung ihrer Oberfläche beziehen sind aus der Literatur bekannt. In der Regel werden sie unter dem Oberbegriff der Schalentragswerke oder der formaktiven Tragswerke zusammengefasst.

Wird die Oberfläche dieser Tragswerke in Stäbe aufgelöst, so spricht man im allgemeinen von Gitterschalen, wenn sie auf Druck beansprucht werden, oder von Seilnetzen, wenn sie auf Zug beansprucht werden.

Bei der Stabilisierung der Systeme haben sich zwei unterschiedliche Möglichkeiten durchgesetzt. Einerseits können Schalen mit viereckigen gleichmaschigen Feldern bzw. einer geraden Anzahl der sie begrenzenden Stäbe vorgesehen sein. Obwohl mit derartigen Konstruktionen fast alle geometrischen Formen realisiert werden können, haben sie den Nachteil, daß geradzählige Vielecke keine stabilisierende Wirkung entfalten können. Daher werden bei derartigen Konstruktionen die Vielecke mittels aussteifender Flächenelemente stabilisiert oder die Winkel der Stäbe werden mit Hilfe geeigneter Knotenkörper zueinander festgelegt. Bei der letztgenannten Methode treten Momentenkräfte in den Stäben auf. In der Regel ist deshalb eine zugfeste Verankerung der Schalenwände im Boden notwendig, um die entstehenden Horizontalkräfte aufzunehmen. Der Vorteil dieser Systeme liegt darin, daß sie aus gleichlangen Stäben zusammengesetzt werden können. Die Verformung zu einer gekrümmten Fläche erfolgt dann in der Regel dadurch, daß quadratische Maschen in ein System von Rauten überführt werden, wobei sich entweder die Stäbe biegen müssen oder die Knoten von Gelenken gebildet werden, die anschließend fixiert werden. Auf derartige Tragswerke bezieht sich zum Beispiel die Druckschrift DE 41 01 276 C2.

Die grundsätzlich andere Methode räumlich gekrümmte Tragschalen herzustellen, besteht darin, diese aus Dreiecksflächen zusammenzusetzen, wobei die Dreiecke zwangsläufig ebene, unverschiebbare Flächen bilden. Werden derartige Tragswerke aus Stäben hergestellt, so können diese auch gelenkig verbunden werden. Momentenkräfte in den Stäben werden so vermieden.

Mögliche Arten eine Kuppel aus Dreiecksflächen zu bilden, sind z. B. Rahmen-, Rippen-, Lamellen-, Rost-, Schwedlerkuppeln oder geodätische Kuppeln. Vor- und Nachteile der einzelnen Arten sind aus der Literatur bekannt (O. Büttner, E. Hampe, Bauwerk Tragwerk Tragstruktur, Bd. 2, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, Seiten 245ff.). Allen diesen Tragswerken ist gemeinsam, daß sie nur über einem kreisförmigen Grundriß entwickelt werden können, und daß teilweise eine hohe Anzahl unterschiedlicher Stäbe verwendet wird, wodurch diese Tragswerke sehr unwirtschaftlich sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein netzartiges Raumtragwerk der eingangs genannten Art zu schaffen, das eine hohe

Flexibilität hinsichtlich der möglichen ausbildbaren Oberflächenformen gewährleistet und kostengünstig herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einem netzartigen Raumtragwerk nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das dritte Grundelement des Basiselements ein drittes der drei stabförmigen Grundelemente mit veränderbarer Länge eines zu dem Basiselement benachbarten Basiselements bildet, wobei ein erstes und ein zweites der drei stabförmigen Grundelemente des benachbarten Basiselements eine feste Länge aufweisen.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile gegenüber bekannten Konstruktionen bestehen unter anderem darin, daß auch unregelmäßig gekrümmte Oberflächen einfach und wirtschaftlich errichtet werden können. Insbesondere die Zusammensetzung des Tragwerkes aus Dreiecksflächen ermöglicht es, die Konstruktion schlank zu halten, da Momentenkräfte in den einzelnen Stäben vermieden werden. Dadurch, daß Dreiecke zwangsläufig eben sind, ergeben sich auch Vorteile bei der Ausfachung der einzelnen Felder gegenüber nichtplanen Vierecken.

Die Krümmungsradien der Gitterschale können vergleichsweise klein werden. Bei rechteckigen Maschen, bei denen die Verformung oft durch Biegung der Stäbe erfolgt, müssen die Radien sehr groß gewählt werden. Darüber hinaus ist das Bildungsprinzip beliebig skalierbar, was eine Anwendung nicht nur im Bauwesen sondern auch auf anderen Gebieten, wie Maschinenbau oder Feinmechanik ermöglicht.

Eine zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß das dritte Grundelement Feststellmittel zum Arretieren des dritten Grundelementes in wenigstens zwei gestreckten Längenstellungen aufweist, so daß eine Länge des dritten Grundelementes in den wenigstens zwei gestreckten Längenstellungen jeweils nicht veränderbar ist. Das Arretieren des dritten Grundelementes in Stellungen, in denen das dritte Grundelement jeweils eine andere Länge aufweist, erweitert die Anwendungsmöglichkeiten des netzartigen Raumtragwerk, da die Vielfalt der ausbildbaren Oberflächenformen erhöht wird.

Eine sichere und zuverlässig stabilisierte Oberflächenform des netzartigen Raumtragwerks wird bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung dadurch erreicht, daß eine der wenigstens zwei Längenstellungen eine Endstellung ist, in welcher das dritte Grundelement eine maximale Länge aufweist. Hierdurch wird auch bei maximaler Streckung des dritten Grundelementes ein stabiles Raumtragwerk sichergestellt.

Der Aufbau der räumlichen Form des netzartigen Raumtragwerks wird bei einer Ausführungsform der Erfindung zweckmäßig dadurch erreicht, daß das dritte Grundelement Mittel zum aktiven Verstellen der Länge des dritten Grundelementes aufweist. Diese Anwendung ist besonders in kleinerem Maßstab interessant, weil so zum Beispiel dreidimensionale Displays oder ähnliches realisiert werden können. Die aktive Veränderbarkeit der Tragstruktur ermöglicht es, auch auf äußere Kräfte zu reagieren, und durch lokale Änderung der Struktur mehr Stabilität zu erreichen.

Zur Stabilisierung und Fixierung der Raumform kann bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, daß in dem jeweiligen Knotenkörper Mittel zum Feststellen der Enden von wenigstens zwei der drei stabförmigen Grundelemente vorgesehen sind, derart, daß die wenigstens zwei der drei stabförmigen Grundelemente in einer relativen räumlichen Anordnung zueinander fixiert sind.

Eine auch bei häufiger Benutzung mechanisch zuverlässige Verstellbarkeit des dritten Grundelementes, die auch eine leichte Bedienbarkeit gewährleistet, ist bei einer be-

vorzugten Ausführungsform der Erfindung dadurch gebildet, daß das dritte Grundelement zum Verstellen der Länge eine Kolben-Zylinder-Anordnung umfaßt.

Eine zweckmäßige Fortbildung der Erfindung sieht vor, daß wenigstens ein Teil der Enden der drei stabförmigen Grundelemente an dem jeweiligen Knotenkörper mittels einer Schraubverbindung befestigt ist. Hierdurch ist eine mechanisch einfache Ankopplung der Grundelemente an dem Knotenkörper gewährleistet.

Eine mit geringem Zeitaufwand lösbare und leicht bedienbare Ankopplung der Grundelemente an dem Knotenkörper ist bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung dadurch erreicht, daß wenigstens ein Teil der Enden der stabförmigen Grundelemente an dem jeweiligen Knotenkörper mittels einer lösbaren Feder-Schnappverbindung befestigt ist.

Eine gute Verstellbarkeit der Längsachsen der stabförmigen Grundelemente zueinander ist bei einer zweckmäßigen Fortbildung der Erfindung dadurch erreicht, daß wenigstens ein Teil der Enden der drei stabförmigen Grundelemente an dem jeweiligen Knotenkörper mittels einer Gelenkverbindung befestigt ist.

Eine stufenlose Einstellbarkeit der relativen Anordnung der Längsachsen der Grundelemente zueinander ist bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dadurch gebildet, daß die Gelenkverbindung ein Kugelgelenk umfaßt.

Bei einer zweckmäßigen Fortbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß der Knotenkörper aus einem elastisch verformbaren Kunststoff ist und an dem Knotenkörper wenigstens teilweise in dem Kunststoff angeordnete Ankoppelmittel zum Befestigen der drei stabförmigen Grundelemente an dem Knotenkörper angeordnet sind. Hierdurch ist eine hohe Flexibilität und große Vielfalt der möglichen relativen Anordnungen der Längsachsen der Grundelemente zueinander gewährleistet.

Eine hinsichtlich der mechanischen Belastbarkeit, insbesondere bei stark gekrümmten Oberflächenformen, bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß der Knotenkörper zwei gelenkig miteinander verbundene Abschnitte umfaßt.

Die mechanische Stabilisierung der mit Hilfe des netzartigen Raumtragwerk gebildeten Oberflächenformen wird bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung dadurch unterstützt, daß zwischen dem Knotenkörper und zwei an dem Knotenkörper aneinander gegenüberliegend angeordnete Grundelemente jeweils eine starre Verbindung ausgebildet ist, wobei eines der zwei Grundelemente mit einem der zwei Abschnitte des Knotenkörpers und das andere der zwei Grundelemente mit dem anderen der zwei Abschnitte des Knotenkörpers verbunden sind.

Zum Bedecken der mit Hilfe des netzartigen Raumtragwerk gebildeten Raumkonstruktion mit einem Spannungsmaterial kann bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, daß zumindest eines der drei stabförmigen Grundelemente Mittel zum Befestigen eines Spannungsmaterials aufweist. Eine Befestigung des Spannungsmaterials kann zusätzlich oder alternativ an den Knotenkörpern erfolgen.

Ein Plattieren oder unbeabsichtigtes Lösen des Spannungsmaterials von dem netzartigen Raumtragwerk wird bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung dadurch verhindert, daß die Mittel zum Befestigen des Spannungsmaterials eine Führung umfassen, die in Längsrichtung des zumindest einen der drei stabförmigen Grundelemente ausgebildet ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf eine Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1A, 1B, 1C ein netzartiges Raumtragwerk in einer Ausgangsstellung, einer teilweise raumartigen Ausbildung bzw. einer abschließenden Raumausbildung;

Fig. 2 eine mögliche Raumform, die mit einem netzartigen Raumtragwerk gebildet ist;

Fig. 3 mehrere dreieckförmige Basiselemente eines netzartigen Raumtragwerks;

Fig. 4A und 4B eine Knotenkörper mit hieran angeordneten Enden von Grundelementen in Draufsicht und einer teilweisen Schnittdarstellung;

Fig. 5A und 5B einen weiteren Knotenkörper mit hieran angeordneten Enden von Grundelementen in Draufsicht und einer perspektivischen Darstellung;

Fig. 6 eine weitere Ausführungsform von dreieckförmigen Basiselementen;

Fig. 7A und 7B einen Knotenkörper aus Kunststoff in Draufsicht und einer perspektivischen Darstellung;

Fig. 8A und 8B einen weiteren Knotenkörper aus Kunststoff in Draufsicht und einer perspektivischen Darstellung;

Fig. 9A und 9B einen anderen Knotenkörper aus Kunststoff in Draufsicht und einer perspektivischen Darstellung;

Fig. 10 einen Knotenkörper, bei dem Grundelemente mittels Kugelgelenken an dem Knotenkörper angeordnet sind;

Fig. 11A und 11B einen Knotenkörper, an dem Grundelemente mittels einer Feder-Schnappverbindung befestigt sind, sowie eine schematische Darstellung einer Feder-Schnappverbindung;

Fig. 12A und 12B eine perspektivische Darstellung eines stabförmigen Grundelements, dessen Länge veränderbar ist, sowie eine Schnittdarstellungen von Feststellmitteln;

Fig. 13A und 13B eine schematische Darstellung eines längsveränderlichen Elements mit Feder-Schnappmitteln zum Ankoppeln des Elements an einen Knotenkörper;

Fig. 14 eine Darstellung von zwei dreieckförmigen Basiselementen;

Fig. 15 eine netzartige Anordnung mit Basiselementen nach Fig. 14;

Fig. 16A und 16B eine perspektivische Darstellung und eine Schnittdarstellung eines Abschnitts eines Grundelements mit Mitteln zum Befestigen eines Spannungsmaterials;

Fig. 17A und 17B eine perspektivische Darstellung und eine Schnittdarstellung eines anderen Grundelements mit Mitteln zum Befestigen eines Spannungsmaterials; und

Fig. 18A und 18B eine perspektivische Darstellung und eine Schnittdarstellung eines weiteren Grundelements mit Mitteln zum Befestigen eines Spannungsmaterials.

In den Fig. 1A, 1B und 1C ist ein netzartiges Raumtragwerk 1 in einer ebenen Ausgangsstellung, einer teilweise ausgebildeten Raumstruktur bzw. einer räumlich ausgebildeten Endstruktur gezeigt. Das netzartige Raumtragwerk 1 wird von dreieckförmigen Basiselementen 2 gebildet. Die dreieckförmigen Basiselemente 2 umfassen jeweils drei stabförmige Grundelemente 3. Benachbarte, dreieckförmige Basiselemente 4, 5 nutzen eines der jeweils drei Grundelemente 6 gemeinsam.

Das netzartige Raumtragwerk 1 befindet sich zunächst in einer ebenen Ausgangsstellung (vgl. Fig. 1A). Zum Ausbilden einer räumlichen Oberfläche werden einige der Basiselemente 2 angehoben (vgl. Fig. 1B). Das Anheben einiger der Basiselemente 2 kann einerseits mit Hilfe äußerer, auf das netzartige Raumtragwerk 1 wirkender Kräfte erfolgen. Hierbei werden die dreieckförmigen Basiselemente 2 teilweise mit Hilfe geeigneter Vorrichtungen gehoben. Es ist andererseits auch möglich, daß ein Teil der Grundelemente 3 Mittel aufweist, mit denen die Längenausdehnung einzelner Grundelemente aktiv verändert wird. Die Aktivveränderung der Längenausdehnung einzelner Grundelemente führt

ebenfalls zum Ausbilden einer räumlichen Oberflächenstruktur mittels des netzartigen Raumtragwerks 1. Die Basiselemente 2 können auf diese Weise in eine Endstellung gebracht werden (vgl. Fig. 1C), in welcher eine gewünschte Raumstruktur gebildet ist.

In Fig. 2 ist eine mittels eines netzartigen Raumtragwerks 20 ausgebildete Oberflächenform 21 dargestellt, die mehrere Oberflächenbereiche 22a, 22b, ... mit verschiedenen Oberflächenkrümmungsradien aufweist.

Fig. 3 zeigt einen Abschnitt 30 einer netzartigen Raumstruktur, bei der Enden 31 von stabförmigen Grundelementen 32 mittels jeweiliger Gelenkverbindungen 33 an einem Knotenkörper 34 befestigt sind.

Die Fig. 4A und 4B zeigen eine vergrößerte Darstellung eines der Knotenkörper nach Fig. 3 in Draufsicht bzw. einer perspektivischen Aufrissdarstellung. Mittels des Knotenkörpers 34 sind die Grundelemente 32 so miteinander verbunden, daß die Längsachsen der Grundelemente 32 räumlich in verschiedenen Winkelstellungen zueinander angeordnet werden können. Dieses ermöglicht die Ausbildung dreidimensionaler Oberflächenformen (vgl. Fig. 1B, 1C oder 2).

Gemäß den Darstellungen in den Fig. 3, 4A und 4B umfaßt der Knotenkörper 34 einen ersten und einen zweiten Abschnitt 35, 36, die mittels einer Gelenkverbindung 37 miteinander verbunden sind. Sowohl an den ersten als auch an den zweiten Abschnitt 35, 36 ist ein Grundelement 38 bzw. 39 starr gekoppelt. Die Längsachse der Grundelemente 38, 39 verläuft senkrecht zur Längsachse der Gelenkverbindung 37, so daß die Grundelemente 38, 39 im wesentlichen nur in einer Ebene schwenkbar sind, die senkrecht zur Längsachse der Gelenkverbindung 37 verläuft.

Die Grundelemente 32 sind gemäß Fig. 4B mit Hilfe einer jeweiligen Gelenkverbindung 33 an den ersten oder den zweiten Abschnitt 35, 36 gekoppelt. Die jeweilige Gelenkverbindung 33 ist so ausgebildet, daß die Grundelemente 32 einerseits um eine Achse drehbar sind, die senkrecht auf einer Deckfläche 40, 41 des ersten bzw. des zweiten Abschnitts 35, 36 steht. Andererseits erlaubt die Ausbildung der Gelenkverbindung 33 als Kugelgelenk eine Schwenkbarkeit um weitere Achsen.

In den Fig. 5A und 5B ist ein Knotenkörper 50 gezeigt, an welchem stabförmige Grundelemente 51 gelenkig angeordnet sind. Weitere stabförmige Grundelemente 52 sind starr mit dem Knotenkörper 50 verbunden. Die weiteren Grundelemente 52 sind in einer Grundstellung des Knotenkörpers 50, in welchem zwei Abschnitte 53, 54 in einer Ebene angeordnet sind, einander gegenüberliegend positioniert. Die beiden Abschnitte 53, 54 sind mittels einer Gelenkverbindung 55 miteinander verbunden.

Aus den Darstellungen in den Fig. 5A und 5B ergibt sich, daß eine Gelenkachse der Gelenkverbindung 55 sowie eine jeweilige Gelenkachse weiterer Gelenkverbindung 56, mittels derer die stabförmigen Grundelemente 51 an dem Knotenkörper 50 befestigt sind, in der gezeigten Grundstellung in einer Ebene verlaufen.

Fig. 6 zeigt einen Abschnitt 60 eines netzartigen Raumtragwerks aus dreieckförmigen Basiselementen 61, die jeweils aus stabförmigen Grundelementen 62 gebildet sind. Enden 63 der Grundelemente 62 sind in einem jeweiligen Knotenkörper 64 miteinander verbunden, welcher bei dem Abschnitt 60 aus einem Kunststoff gebildet ist. Auf diese Weise ist ein elastisch verformbarer Knotenkörper 64 geschaffen, der bei der Ausbildung einer räumlichen Oberflächenstruktur die Verstellbarkeit von Winkeln zwischen Längsachsen der Grundelemente 62 gewährleistet.

In den Fig. 7A, 7B, 8A, 8B und 9A, 9B sind verschieden Ausführungsformen von Knotenkörpern aus Kunststoff dar-

gestellt. Ein Knotenkörper 70 sowie ein anderer Knotenkörper 80 weisen jeweils sternförmig angeordnete Anschlußabschnitte 71 bzw. 81 auf. Gewindestücke 72 bzw. 82 sind an den Anschlußabschnitten 71 bzw. 81 angeordnet und weisen jeweils einen Gewindeabschnitt 73 bzw. 83 auf. Auf den jeweiligen Gewindeabschnitt 73 bzw. 83 können stabförmige Grundelemente aufgeschraubt werden, um die Grundelemente an dem Knotenkörper 70 bzw. 80 zu befestigen. Die elastische Verformbarkeit des Kunststoffes der Knotenkörper 70 bzw. 80 gewährleistet beim Aufbau eines netzartigen Raumtragwerks zu einer Oberflächenform nahezu beliebige Winkelstellungen der Längsachsen der angeschraubten Grundelemente zueinander.

In Fig. 9 ist ein weiterer Knotenkörper 90 aus einem elastisch verformbaren Kunststoff dargestellt. An dem Knotenkörper 90 sind sternförmig Anschlußstücke 91 angeordnet, die teilweise in den Knotenkörper eingelassen sind. Die Anschlußstücke 91 weisen in einem von dem Knotenkörper abgewandten Endbereich 92 eine umlaufende Nut 93 auf. In die umlaufende Nut 93 greifen beim Befestigen von stabförmigen Grundelementen (nicht dargestellt) an dem Knotenkörper 90 Mittel zum Fixieren der stabförmigen Grundelemente an dem Knotenkörper 90 ein.

Die Knotenkörper 70, 80 bzw. 90 aus Kunststoff sind unabhängig von der konkreten Ausprägung der in dem jeweiligen Knotenkörper verbundenen stabförmigen Grundelemente und der hierbei genutzten Ankoppelmittel nutzbar. Die Verwendung des Kunststoffmaterials, beispielsweise eines Gummimaterials, hat den Vorteil, daß kostengünstig Knotenkörper für Raumtragwerke hergestellt werden können. Derart ausgebildete Knotenkörper unterliegen weniger Verschleißeinwirkungen, insbesondere Witterungseinflüssen, die bei Knotenkörpern mit üblichen Gelenkverbindungen nach langer Nutzungsdauer zu Schwierigkeiten führen können.

Fig. 10 zeigt die Befestigung stabförmiger Grundelemente 100 an einem Knotenkörper 101 mit Hilfe von jeweiligen Kugelgelenken 102. Hierbei ist ein Kugelkopf 103 in einer an dem Knotenkörper 101 ausgebildeten Kugelpfanne 104 angeordnet. Der Kugelkopf 103 ist über eine Hals 105 mit dem jeweiligen Grundelement 100 verbunden. Der Kugelkopf 103 wird in der Kugelpfanne 104 mit Hilfe einer Platte 106 gehalten.

Fig. 11 zeigt die Befestigung eines Grundelements 110 mittels einer Feder-Schnappverbindung 111 an einem Knotenkörper 112. Hierbei greift ein Vorsprung 113 eines mittels einer Feder 114 vorgespannten Betätigungshebels 115 in eine umlaufende Nut 116, die an einem Ankoppelteil 117 des Knotenkörpers 112 ausgebildet ist. Der Knotenkörper 112 ist aus Kunststoff, vorzugsweise einem Gummimaterial, in welchen das Ankoppelteil 117 teilweise eingelassen ist. Fig. 11B zeigt eine vergrößerte Darstellung der Feder-Schnappverbindung. Zum Lösen des Grundelements 110 von dem Ankoppelteil 117 wird der um eine Achse 118 drehbare Hebel 115 gegen die Kraft der Feder 114 gedrückt, so daß sich der Vorsprung 113 aus der umlaufenden Nut 116 herausbewegt. Danach kann das Grundelement 110 von dem Ankoppelteil 117 abgezogen werden.

In Fig. 12A ist eine perspektivische Darstellung der Elemente eines stabförmigen Grundelements 120 veränderlicher Länge dargestellt. Das Grundelement 120 umfaßt zwei Rohrabchnitte 121 und 122, die jeweils in Hülsen 123 eingeklebt oder eingelötet sind. Der Durchmesser der Hülsen 123 entspricht dem Durchmesser der Rohrabchnitte 121, 122. In die Hülsen 123 werden Kugelgelenkköpfe 125 eingeschraubt, wobei ein Gewinde 124 mit einem Innengewinde 124a übereinstimmt. Gesichert werden die Kugelgelenkköpfe 125 mittels Muttern 126 und U-Scheiben 126a.

Zur Längenänderung des Grundelements 120 wird der Rohrabschnitt 122 in dem Rohrabschnitt 121 bewegt. Die Arretierung der relativen Stellung der Rohrabschnitte 121, 122 zueinander erfolgt anschließend mittels Drehens einer Überwurfmutter 127 auf dem Gewinde 127a, wobei das Gewinde 127a konisch ausgebildet ist, derart, daß ein Drehen der Überwurfmutter 127 in eine Richtung zu einer lokalen Verringerung des Durchmessers des Rohrabschnitts 121 führt, und daß ein Drehen in eine andere Richtung den Durchmesser wieder vergrößert. Zu diesem Zweck sind Nuten 127b in das Rohrende eingeschnitten.

Fig. 12B zeigt eine andere Form der Arretierung eines Teleskopstabes. Hierbei gleitet ein Stab 128 in einem Rohrabschnitt 129, wobei Nuten 128a in den Stab 128 eingestochen sind. In die Nuten 128a können Kugeln 129a eingreifen die in Bohrungen 129b sitzen. Eine relative Stellungsänderung des Stabs 128 und des Rohrabschnitts 129 zueinander kann mittels Zurückschiebens einer Hülse 129c gegen den Widerstand einer Feder 129d erreicht werden. Hierdurch können die Kugeln 129a in die Aussparung der Hülse 129e gleiten, und der Stab 128 kann im Rohrabschnitt 129 bewegt werden.

Fig. 13A zeigt eine Schnittdarstellung eines längenveränderlichen Elements 139, das zwei Teilelemente 135 und 130 umfaßt. Das Teilelement 135 ist punktiert dargestellt. Die Längenänderung des Elements 139 erfolgt durch Auseinanderziehen der zwei Teilelemente 130 und 135. Dabei gleitet das Teilelement 130 in einem rohrförmigen Teil 133. Ein Arretieren der gewünschten Gesamtlänge erfolgt durch Verdrehen eines zylindrischen Endteils 131 des Teilelements 130 gegen einen Rohrabschnitt 134, welcher am Ende abgeschrägt ist. Durch die Drehung wird eine Gewindestange 136 (vgl. Fig. 13B) in einem abgeschrägten Endstück 137 gedreht, und das Endstück 137 und der Rohrabschnitt 134 verschieben sich gegeneinander. Dadurch wird das Teilelement 130 im rohrförmigen Teil 133 verspreizt. Die Befestigung des Elements 139 an einem Knotenkörper erfolgt mittels Feder-Schnappverbindung 132 (vgl. Fig. 11A und 11B).

In Fig. 14 ist eine Anordnung von zwei dreieckförmigen Basiselementen 140 und 141 dargestellt. Das eine Basiselement 140 umfaßt zwei Grundelemente 142, 143, die eine feste, nicht veränderbare Länge aufweisen. Ein weiteres Grundelement 144 ist aus einem Kolbenabschnitt 145 und einem Zylinderabschnitt 146 gebildet und mittels des Verschiebens des Kolbenabschnitts 145 in dem Zylinderabschnitts 146 hinsichtlich der Längenausdehnung veränderbar. Das weitere Grundelement 144 bildet zusammen mit zwei Grundelementen 147 und 148 das zweite Basiselement 141. Die Enden der Grundelemente 142, 143, 144, 147 und 148 sind jeweils in Knotenkörpern 149a, 149b, 149c, 149d so gelagert, daß Winkel zwischen den Längsachsen der Grundelemente 142, 143, 144, 147 bzw. 148 einstellbar sind. Zur Ausbildung der Knotenkörper 149a, ..., 149d wird auf die Beschreibung von Knotenkörpern in den vorhergehenden Abschnitten verwiesen. An dem Knotenkörper 149b ist ein weiterer Kolbenabschnitt 150 angeordnet. Ein weiterer Zylinderabschnitt 151 ist an dem Knotenkörper 149d befestigt.

Mit Hilfe der Anordnung nach Fig. 14 kann ein netzartiges Raumtragwerk 160 gebildet werden, wie es in Fig. 15 dargestellt ist. Hierbei bilden Grundelemente 161, deren Länge verstellbar ist, einen Bestandteil von zwei benachbarten Basiselementen 162, 163, die jeweils mittels zwei weiterer Grundelemente 164, 165 bzw. 166, 167 vervollständigt werden.

Beim Ausbilden einer Raumstruktur mit Hilfe des netzartigen Raumtragwerks 160 können die hinsichtlich der Längen jeweils veränderbaren Grundelemente 161 verschiedene

Längenausdehnungen annehmen. Die jeweilige Längenausdehnung richtet sich hierbei nach der Position des Grundelements 161 auf der Oberfläche der raumartigen Struktur. In Abhängigkeit von der Längenausdehnung können die Grundelemente 161 in einer jeweiligen Längenstellung arretiert werden. Dieses ist für das Grundelement 146 in Fig. 14 mit Hilfe mehrerer Arretierpunkte 152 schematisch dargestellt.

Um die mit Hilfe des netzartigen Raumtragwerks gebildete räumliche Struktur wenigstens teilweise mit einem Spannungsmaterial zu bedecken, wie dieses beispielhaft in Fig. 2 gezeigt ist, können die Grundelemente, die die dreieckförmigen Basiselemente des netzartigen Raumtragwerks bilden, Mittel zum Befestigen des Spannungsmaterials aufweisen. In den Fig. 16A, 16B, 17A, 17B bzw. 18A, 18B sind verschiedene Ausführungsformen für derartige Mittel dargestellt. Bei einer ersten Ausführungsform nach den Fig. 16A und 16B ist auf einer äußeren Oberfläche 170, längs eines Grundelements 171 eine Führungsschiene 172 angeordnet. Das Spannungsmaterial 174 weist an seinen Rändern Keder 175 auf, deren Durchmesser kleiner als der Schlitz 173 ist. Die zwei Keder 175 sind jeweils in den Innenraum der Führungsschiene 172 gedrückt. Dort werden die Keder 175 mittels eines T-förmigen Befestigungsmittels 176 am Herausrutschen gehindert.

Bei einer weiteren Ausführungsform gemäß den Fig. 17A und 17B ist ein Grundelement 180 so ausgebildet, daß es eine Führungsschiene 181 mit einem Schlitz 182 aufweist. Auch hier wird ein Spannungsmaterial 184 das an den Rändern mit Kedern 183 und 186 versehen ist, in dem Innenraum der Schiene 181 eingebracht und dort mittels eines T-förmigen Befestigungselements 185 am Herausrutschen geändert.

Bei einer anderen Ausführungsform weist ein Grundelement 190 gemäß den Fig. 18A und 18B längs des Grundelements 190 verlaufende U- und T-förmige Nute 191, 192 bzw. 193, 194 auf, die zur Befestigung des Spannungsmaterials (nicht dargestellt) benutzt werden können.

Es kann vorgesehen sein, daß mehrere der beschriebenen netzartigen Raumtragwerke in übereinander liegenden Ebenen bzw. Lagen angeordnet sind. Hierbei weisen die netzartigen Raumtragwerke jeweils eine oder mehrere der vorteilhaften Ausgestaltungen auf, wie sie in der vorhergehenden Beschreibung erläutert wurden. Zumindest die netzartigen Raumtragwerke in benachbarten Ebenen, d. h. Ebenen, die direkt übereinander angeordnet sind, sind mit Hilfe von Stäben fester oder veränderlicher Länge verbunden, so daß die netzartigen Raumtragwerke in den Ebenen zusammen ein "übergeordnetes" Raumtragwerk bilden. Mit Hilfe der Stäbe werden Abstände zwischen den netzartigen Raumtragwerken in den verschiedenen Ebenen mechanisch fixiert.

Die in der vorstehenden Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen von Bedeutung sein.

Patentansprüche

1. Netzartiges Raumtragwerk mit einer Anordnung von Basiselementen, von denen zumindest ein Teil als dreieckförmige Basiselemente (163) ausgeführt sind, wobei die dreieckförmigen Basiselemente (163) jeweils aus drei stabförmigen Grundelementen (161, 164, 165 bzw. 161, 166, 167) gebildet sind und bei wenigstens einem Teil der dreieckförmigen Basiselemente (163) Enden der drei stabförmigen Grundelemente (161, 164, 165 bzw. 161, 166, 167) jeweils in ei-

nem Knotenkörper so gelagert sind, daß Winkel zwischen den Längsachsen benachbarter, stabförmiger Grundelemente veränderbar sind, und wobei ein erstes und ein zweites (164, 165) der drei stabförmigen Grundelemente (161, 164, 165) eines Basiselements des wenigstens einen Teils der dreieckförmigen Basiselemente (163) eine feste Länge aufweisen und die Länge eines dritten (161) der drei stabförmigen Grundelemente (161, 164, 165) des Basiselements veränderbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das dritte Grundelement (161) des Basiselements ein drittes (161) der drei stabförmigen Grundelemente (161, 166, 167) mit veränderbarer Länge eines zu dem Basiselement benachbarten Basiselements bildet, wobei ein erstes und ein zweites der drei stabförmigen Grundelemente des benachbarten Basiselements eine feste Länge aufweisen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das dritte Grundelement (161) Feststellmittel zum Arretieren des dritten Grundelements (161) in wenigstens zwei gestreckten Längenstellungen aufweist, so daß eine Länge des dritten Grundelements (161) in den wenigstens zwei gestreckten Längenstellungen jeweils nicht veränderbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine der wenigstens zwei Längenstellungen eine Endstellung ist, in welcher das dritte Grundelement (161) eine maximale Länge aufweist.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das dritte Grundelement Mittel (161) zum aktiven Verstellen der Länge des dritten Grundelements (161) aufweist.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem jeweiligen Knotenkörper Mittel zum Feststellen der Enden von wenigstens zwei der drei stabförmigen Grundelemente vorgesehen sind, derart, daß die wenigstens zwei der drei stabförmigen Grundelemente in einer relativen räumlichen Anordnung zueinander fixiert sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das dritte Grundelement (161) zum Verstellen der Länge eine Kolben-Zylinder-Anordnung (144, 145) umfaßt.

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil der Enden der drei stabförmigen Grundelemente an dem jeweiligen Knotenkörper mittels einer Schraubverbindung befestigt ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil der Enden der drei stabförmigen Grundelemente an dem jeweiligen Knotenkörper mittels einer lösbaren Feder-Schnappverbindung (113, 114, 115, 116, 117) befestigt ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil der Enden der drei stabförmigen Grundelemente an dem jeweiligen Knotenkörper mittels einer Gelenkverbindung befestigt ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenkverbindung ein Kugelgelenk (102) umfaßt.

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Knotenkörper (70, 80 bzw. 90) aus einem elastisch verformbaren Kunststoff ist und an dem Knotenkörper (70, 80 bzw. 90) wenigstens teilweise in dem Kunststoff angeordnete Ankoppelmittel zum Befestigen der drei stabförmigen Grundelemente an dem Knotenkörper (70, 80 bzw. 90) angeordnet sind.

migen Grundelemente an dem Knotenkörper (70, 80 bzw. 90) angeordnet sind.

12. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Knotenkörper zwei gelenkig miteinander verbundene Abschnitte (35, 36 bzw. 53, 54) umfaßt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Knotenkörper und zwei an dem Knotenkörper einander gegenüberliegend angeordneten Grundelementen (39, 38) jeweils eine starre Verbindung ausgebildet ist, wobei eines (38) der zwei Grundelemente (38, 39) mit einem (36) der zwei Abschnitte (35, 36) des Knotenkörpers und das andere (39) der zwei Grundelemente (38, 39) mit dem anderen (35) der zwei Abschnitte (35, 36) des Knotenkörpers verbunden sind.

14. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eines der drei stabförmigen Grundelemente und/oder der Knotenkörper Mittel zum Befestigen eines Bspannungsmaterials aufweist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Befestigen des Bspannungsmaterials eine Führung umfassen, die in Längsrichtung des zumindest einen der drei stabförmigen Grundelemente ausgebildet ist.

16. Knotenkörper (70, 80 bzw. 90) zum Verbinden von mehreren Grundelementen eines netzartigen Raumtragwerks, derart, daß eine relative räumliche Anordnung der mehreren Grundelemente zueinander veränderbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Knotenkörper aus einem Kunststoffmaterial ist.

17. Raumtragwerk, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei netzartige Raumtragwerke nach einem der Ansprüche 1 bis 15 übereinander liegende Ebenen bilden, wobei zumindest die netzartigen Raumtragwerke in benachbarten der übereinander liegenden Ebenen mit Hilfe von Abstandselementen mechanisch gekoppelt sind.

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

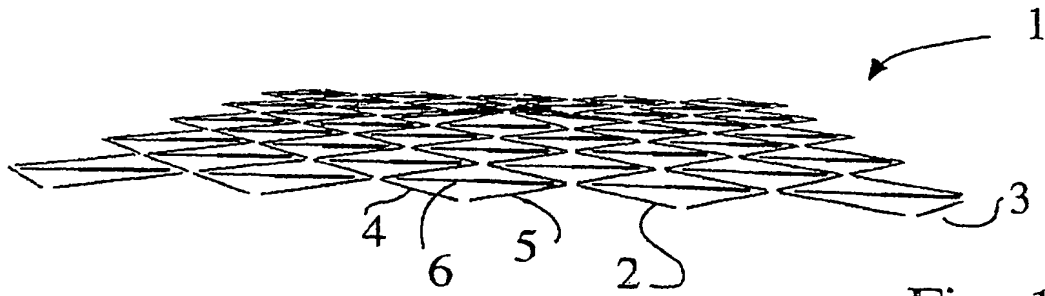


Fig. 1 A

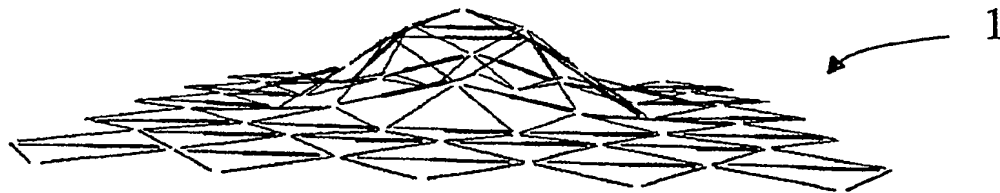


Fig. 1 B

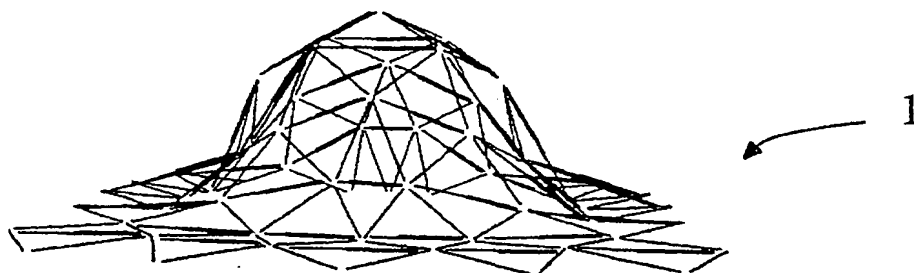
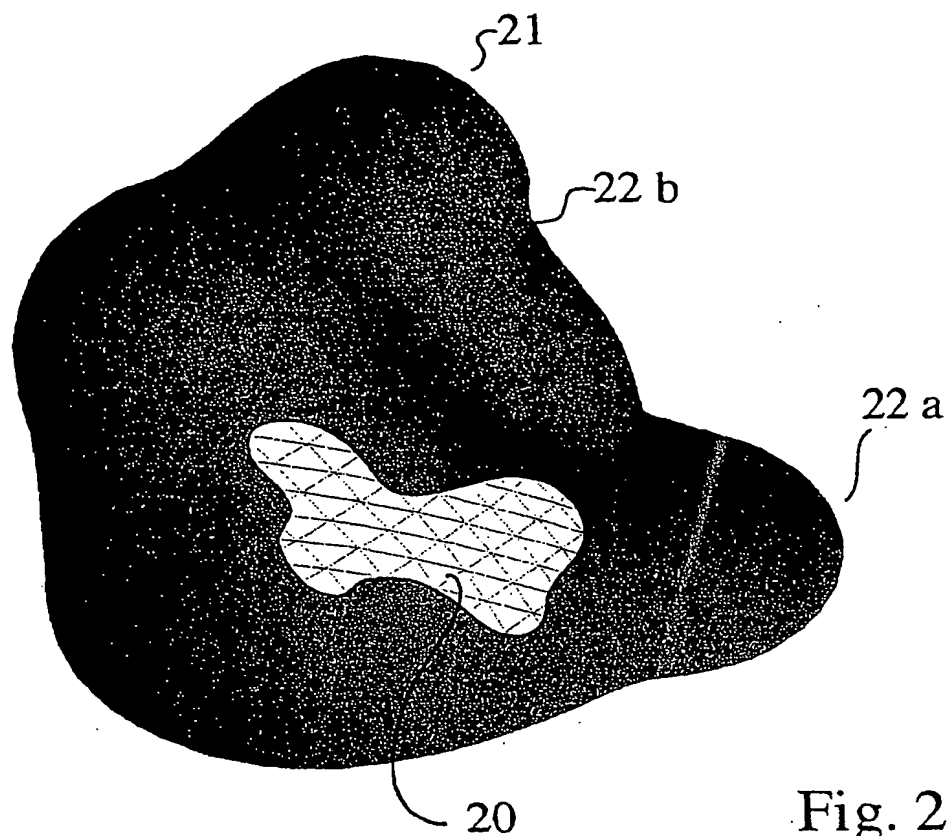


Fig. 1 C



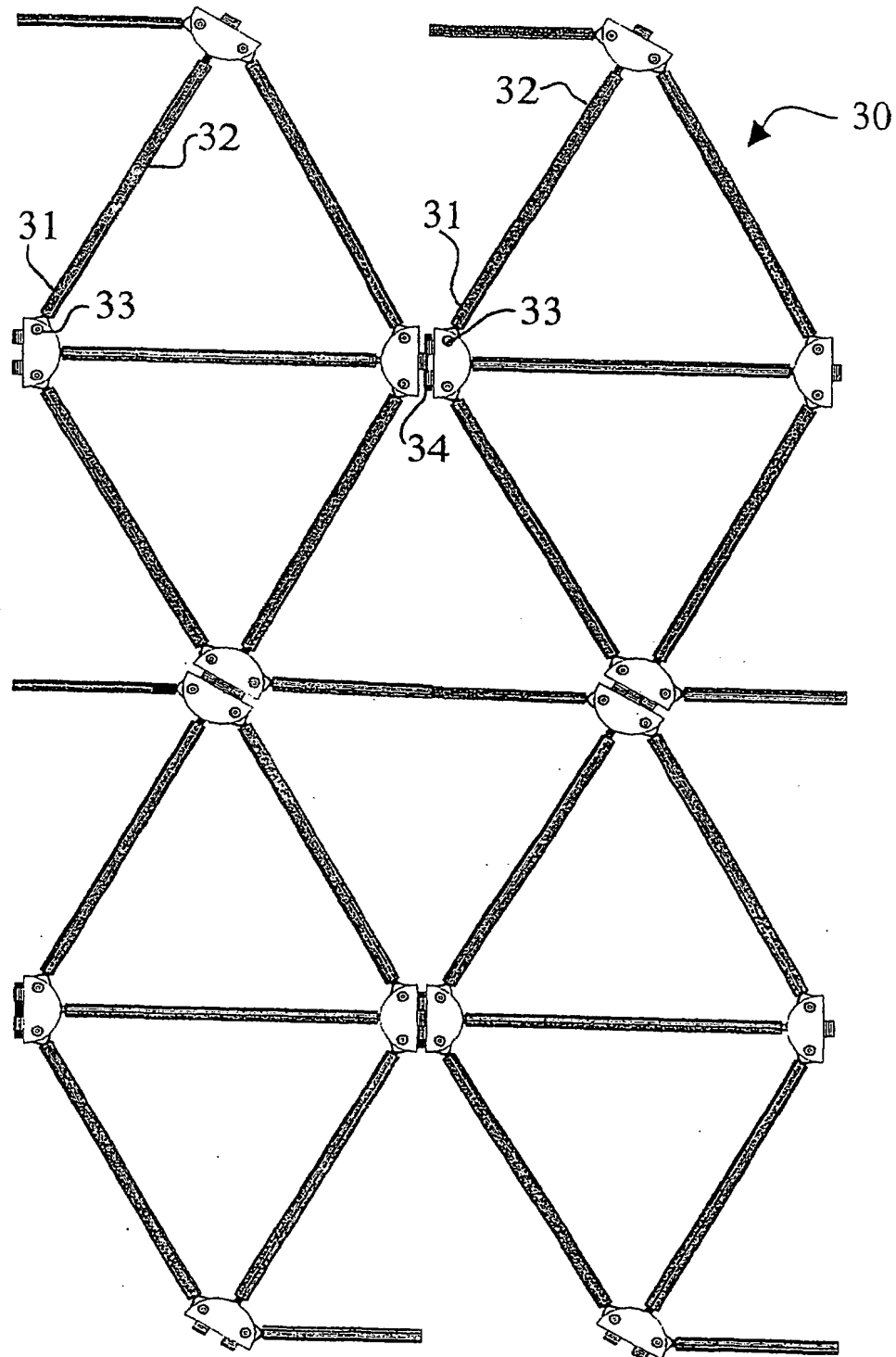


Fig. 3

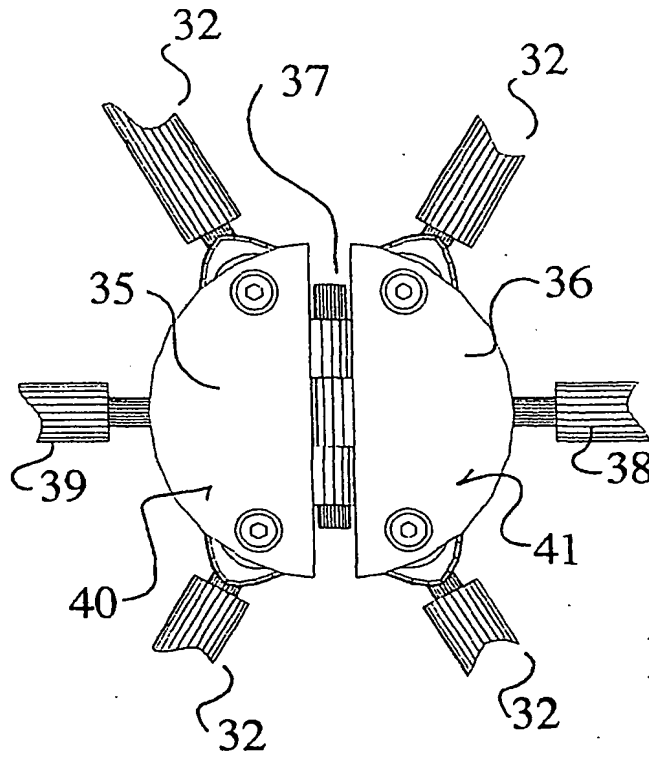


Fig. 4 A

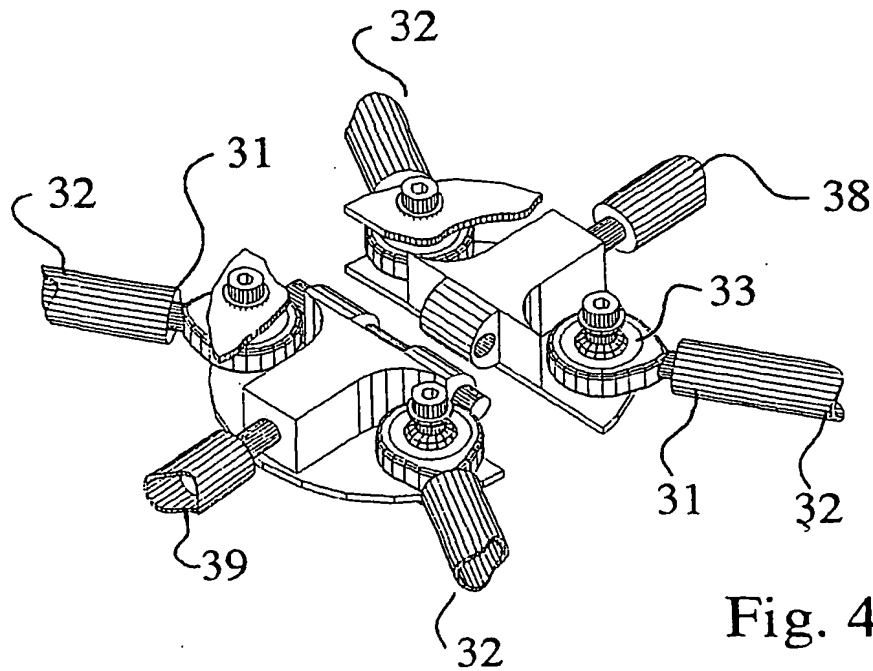


Fig. 4 B

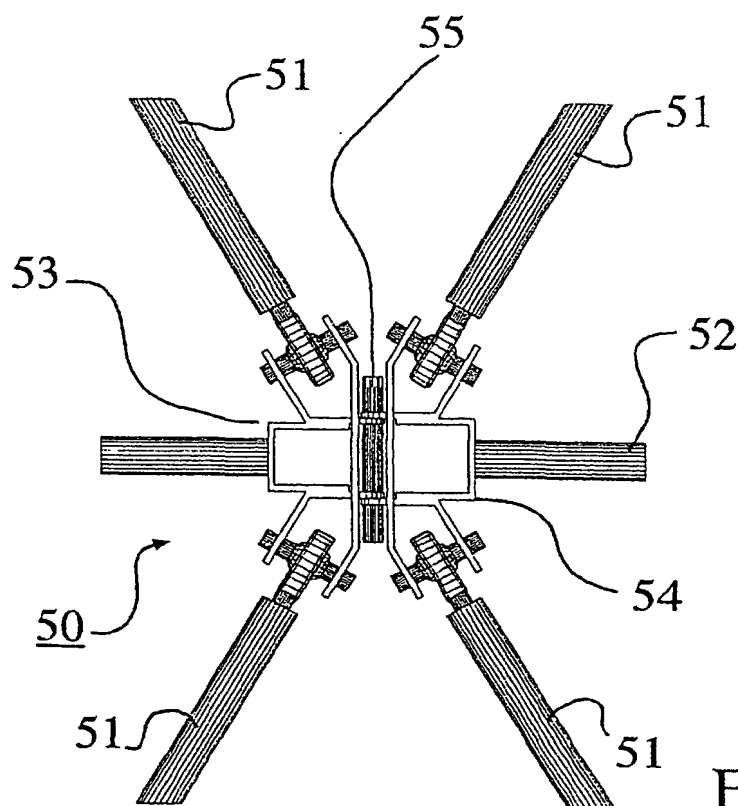


Fig. 5 A

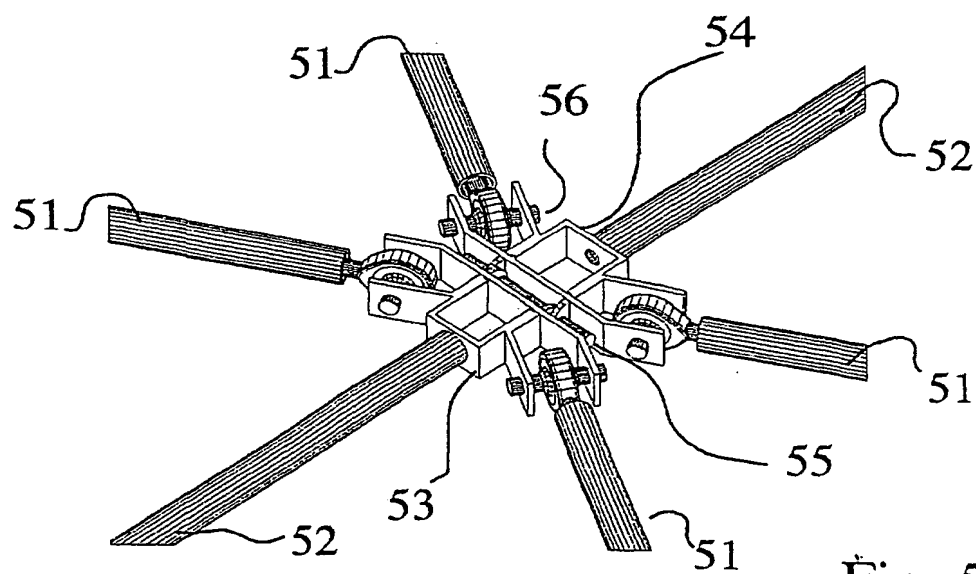


Fig. 5 B

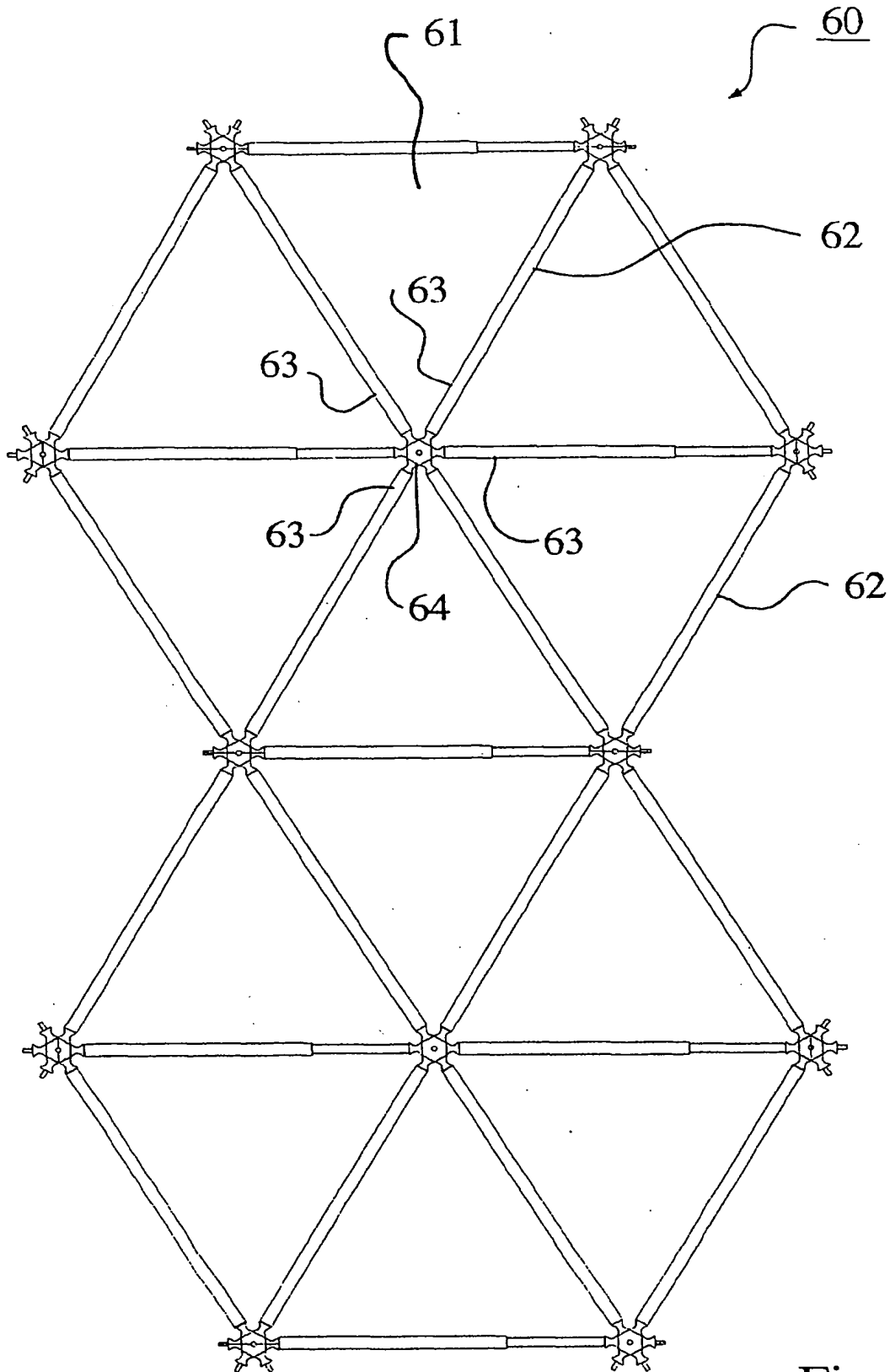
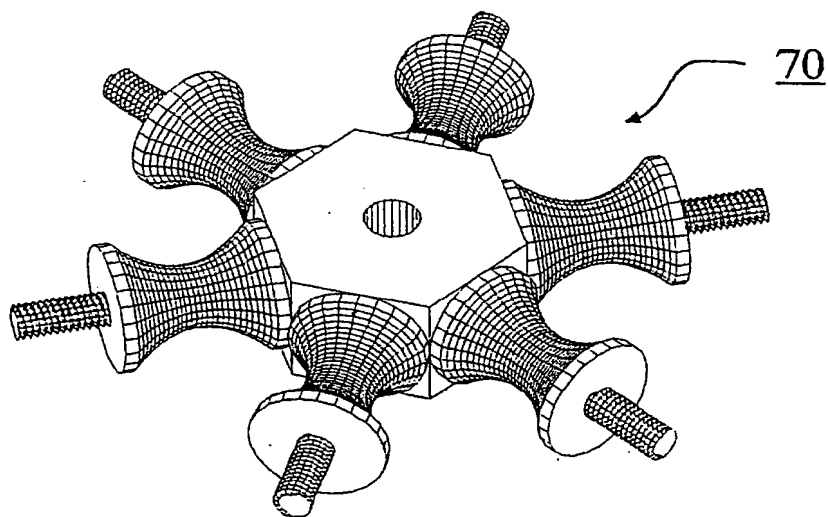
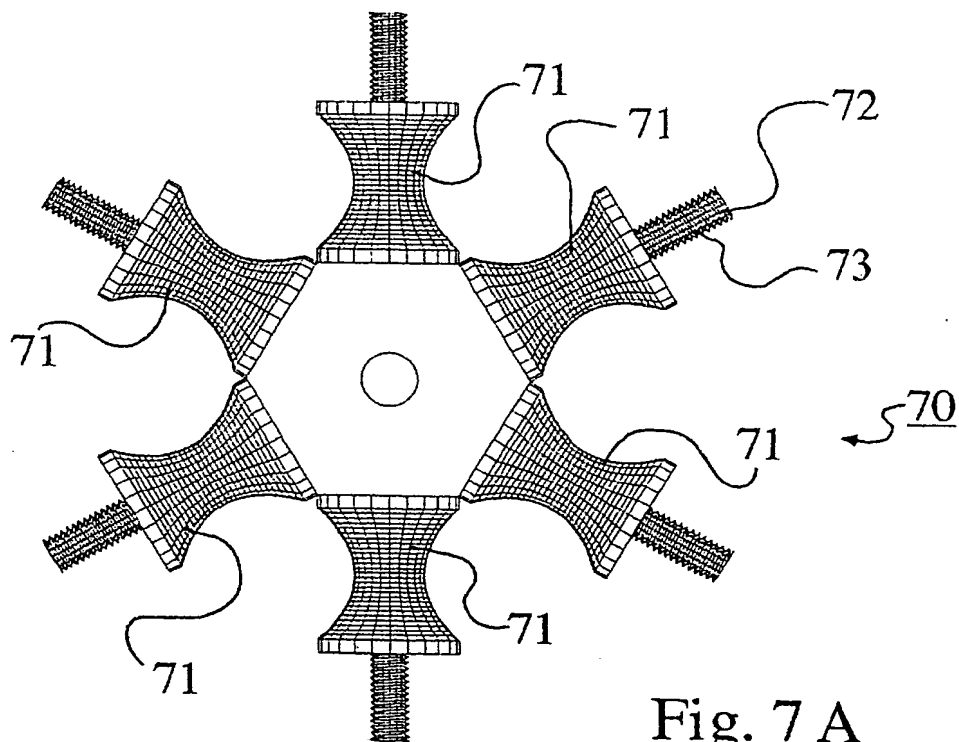


Fig. 6



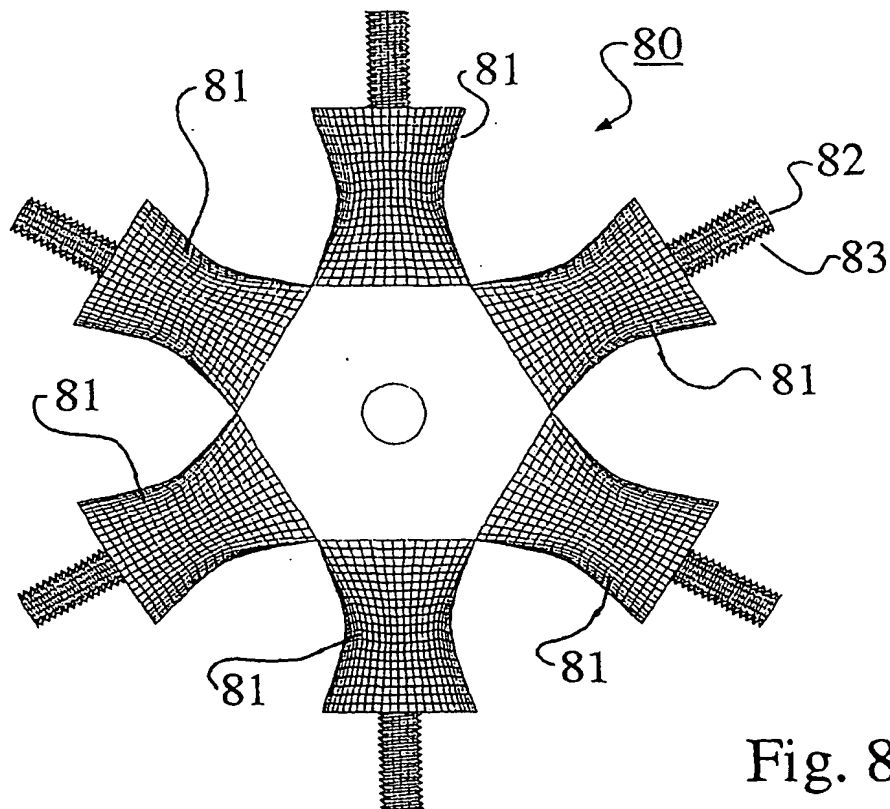


Fig. 8 A

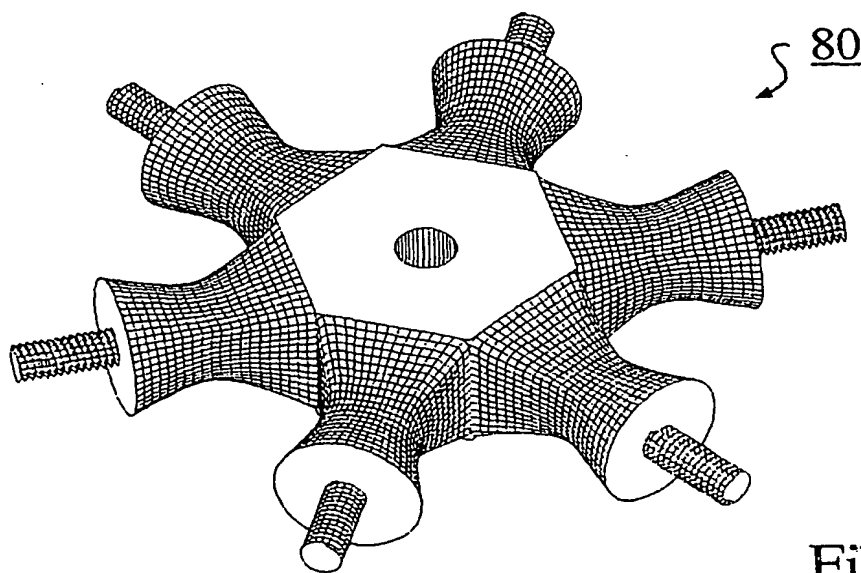


Fig. 8 B

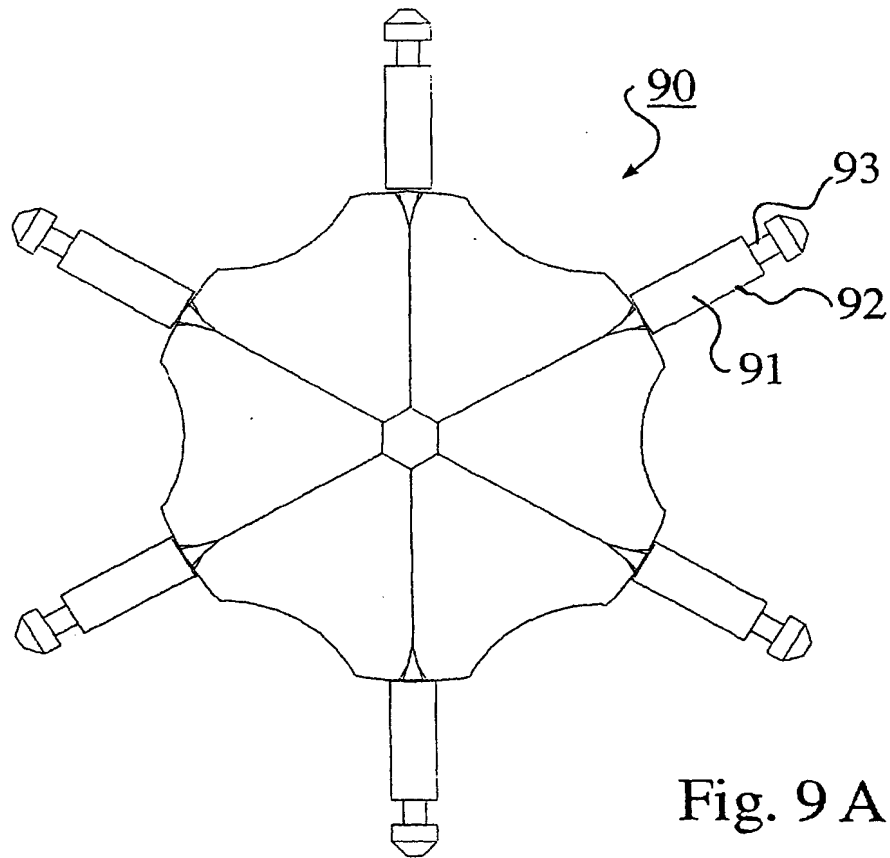


Fig. 9 A

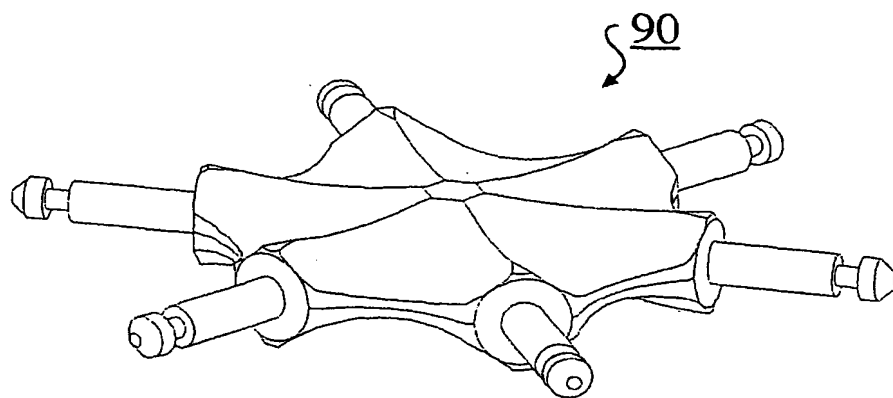


Fig. 9 B

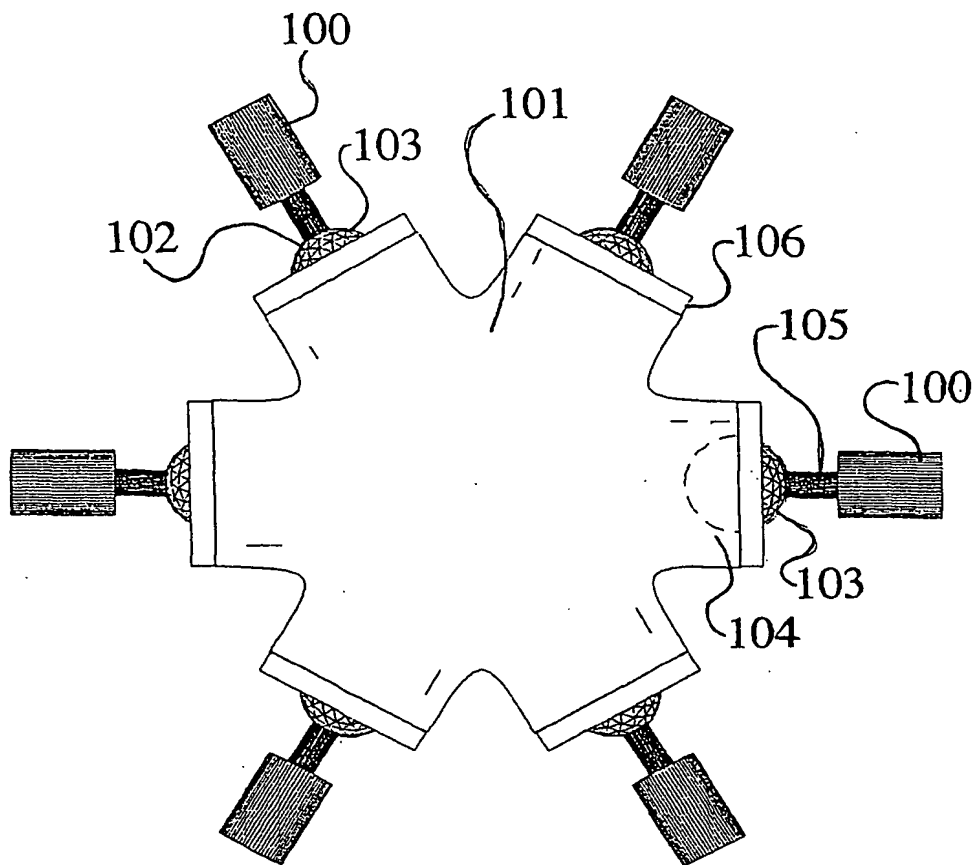


Fig. 10

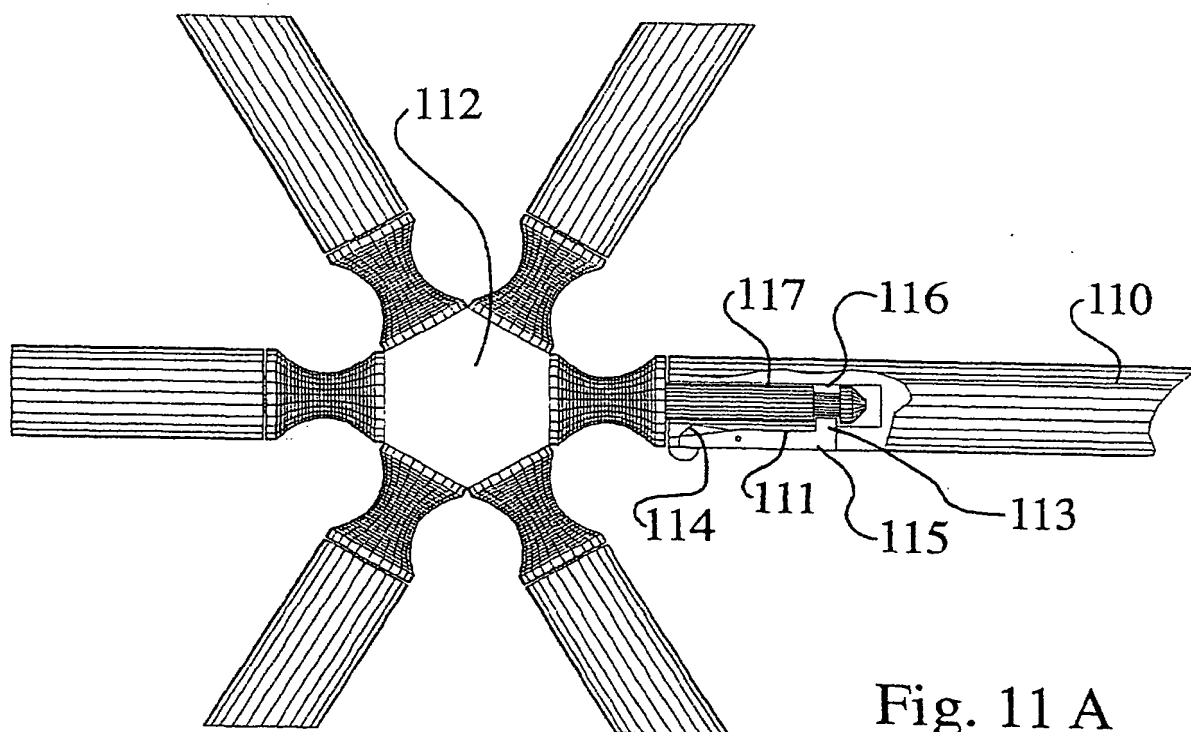


Fig. 11 A

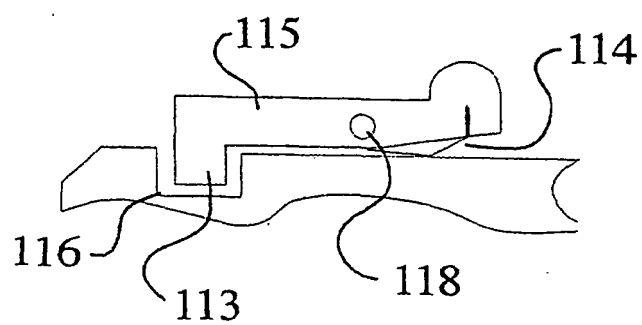


Fig. 11 B

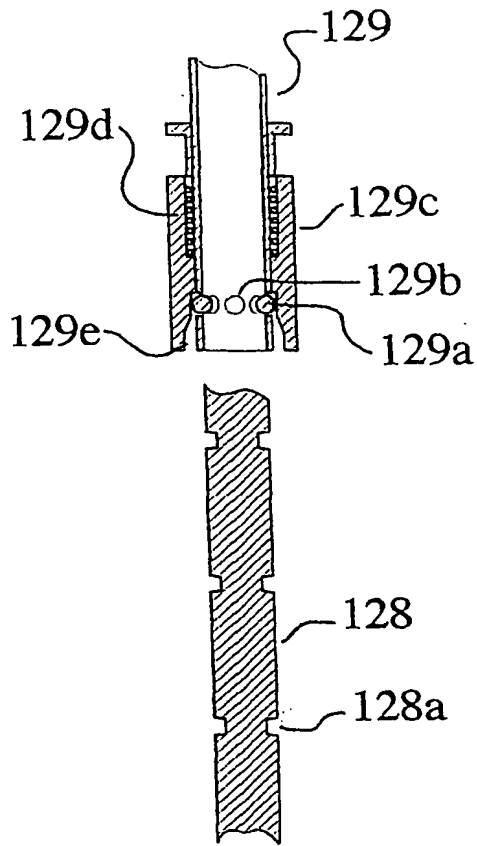


Fig. 12 B

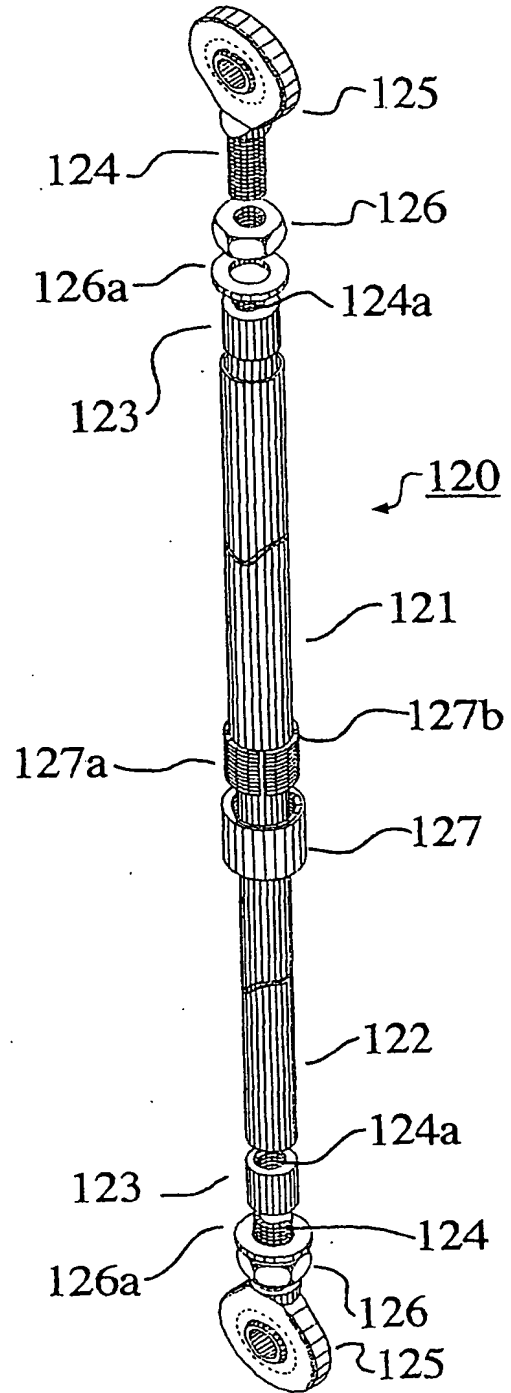


Fig. 12 A

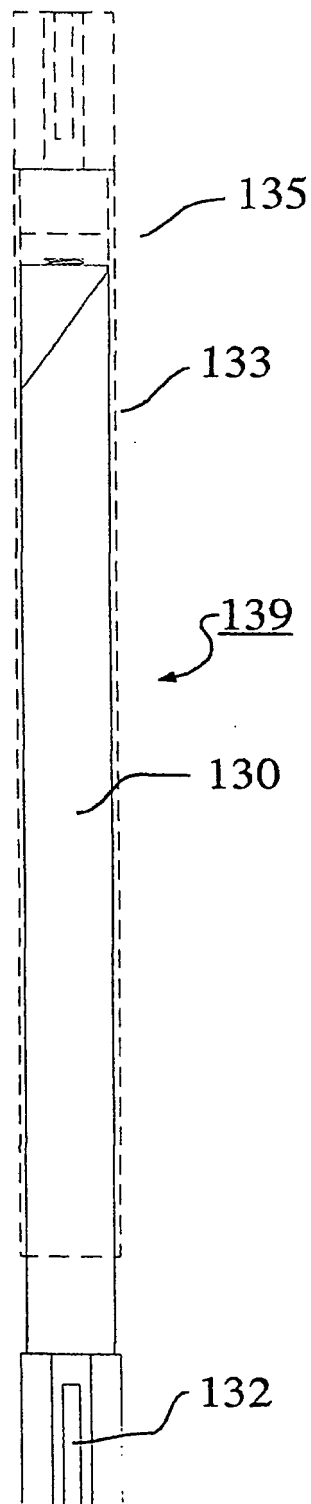


Fig. 13 A

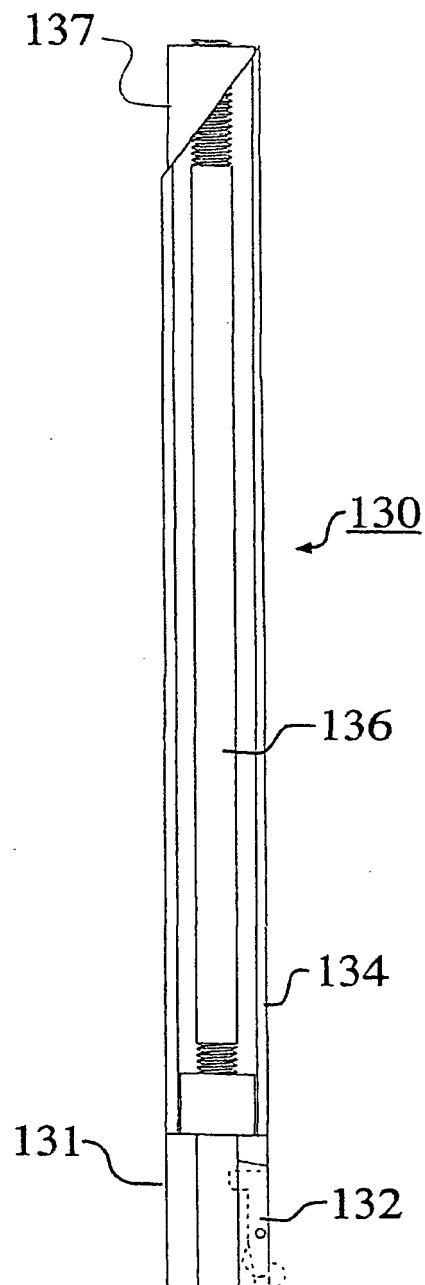
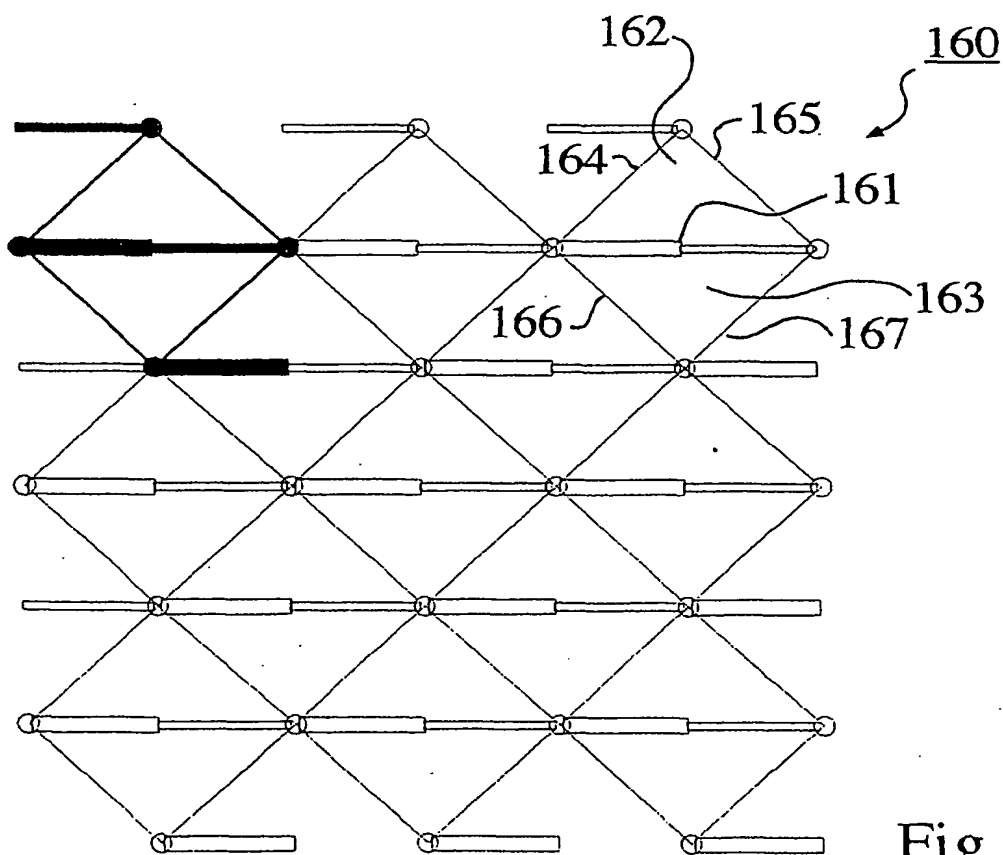
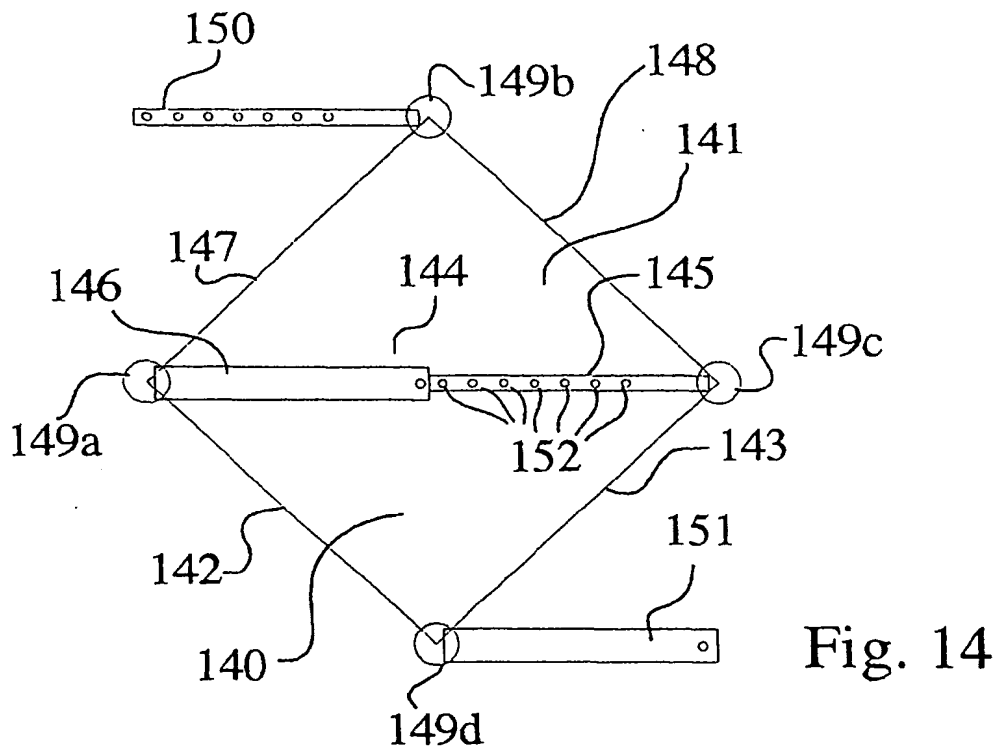


Fig. 13 B



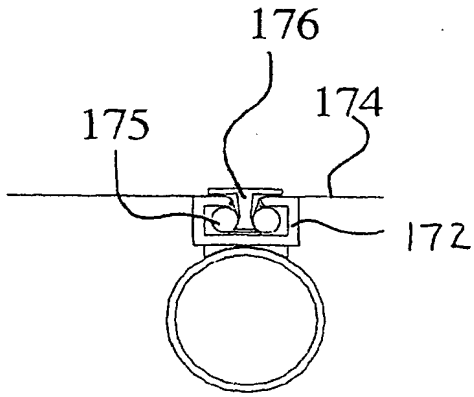


Fig. 16 B

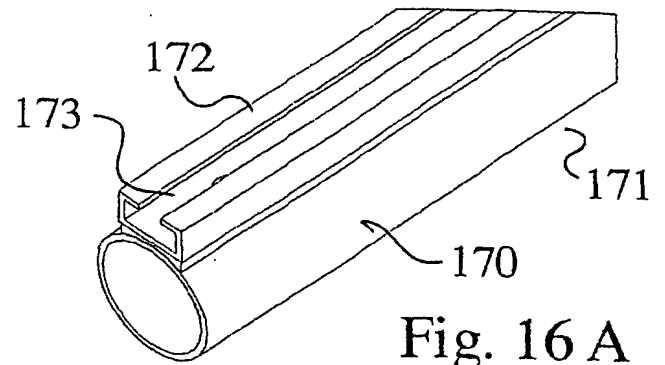


Fig. 16 A

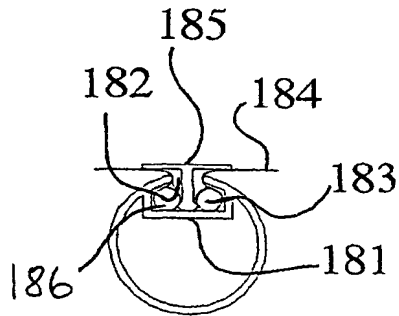


Fig. 17 B

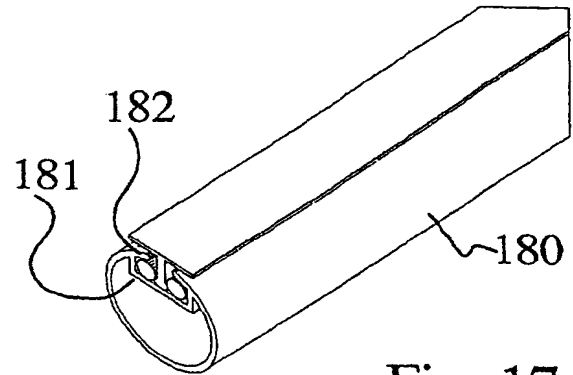


Fig. 17 A

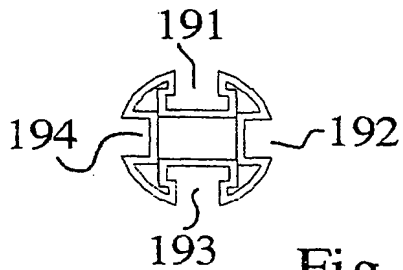


Fig. 18 B

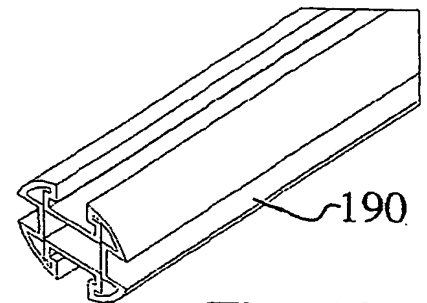


Fig. 18 A

Structural grid of basic triangle elements uses length-variable third triangle member with remaining members of fixed length all joined to respective nodal junction.

Publication number: DE10112313

Publication date: 2001-09-20

Inventor:

Applicant: BAUER SIMON (DE)

Classification:

- international: E04B1/32; E04B7/10; E04B1/19; E04B1/32; E04B7/10;
E04B1/19; (IPC1-7): E04B1/19; F16S3/08

- european: E04B1/32; E04B7/10C

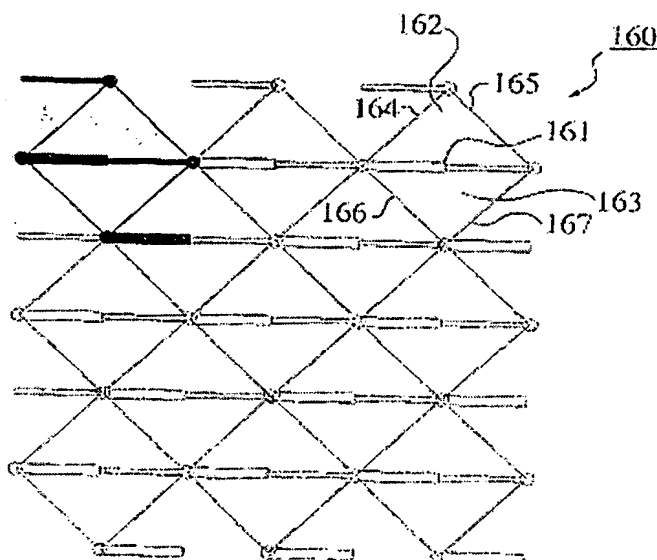
Application number: DE20011012313 20010314

Priority number(s): DE20011012313 20010314; DE20001013245 20000317

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10112313

The third element (161) of the basic triangle forms one triangle side of variable length as compared to the other two rods (166, 167) which are of fixed length. The third element (161) can be fixed in two extended length positions of which one extended position forms the end setting of the rod (161) now at maximum length. The third rod (161) is varied in length by piston and cylinder and the three rod elements (161, 166, 167) forming the triangle are screwed to the particular nodal junction of the grid structure. In a variant, some of the rod ends are joined to the junction by a springloaded snapper, or again through a ball joint. The rods can also be joined to the node by couplings embedded in the node body.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)